

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 1月18日

出願番号

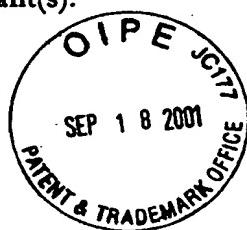
Application Number:

特願2001-010830

出願人

Applicant(s):

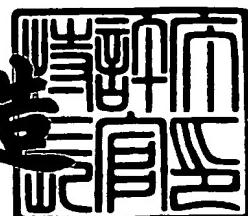
株式会社荏原製作所



2001年 5月25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3045660

【書類名】 特許願  
 【整理番号】 EB2406P  
 【提出日】 平成13年 1月18日  
 【あて先】 特許庁長官殿  
 【国際特許分類】 B24D 07/06  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社 菖原  
     総合研究所内  
   【氏名】 廣川 一人  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社 菖原  
     総合研究所内  
   【氏名】 桧山 浩国  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社 菖原  
     総合研究所内  
   【氏名】 和田 雄高  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社 菖原  
     総合研究所内  
   【氏名】 松尾 尚典  
 【特許出願人】  
   【識別番号】 000000239  
   【氏名又は名称】 株式会社 菖原製作所  
   【代表者】 依田 正稔  
 【代理人】  
   【識別番号】 100091498  
   【弁理士】  
   【氏名又は名称】 渡邊 勇

【選任した代理人】

【識別番号】 100092406

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀田 信太郎

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-224485

【出願日】 平成12年 7月25日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 026996

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9112447

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 研磨工具

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 研磨対象物を押圧しつつ摺動することで、砥粒を介して研磨を行う研磨工具において、該研磨工具は熱可塑性樹脂により主として構成されていることを特徴とする研磨工具。

【請求項 2】 研磨対象物を押圧しつつ摺動することで、砥粒を介して研磨を行う研磨工具において、該研磨工具は固さを有するプラスチック樹脂と、該樹脂中に存在する弾性を有する弾性要素とから構成されていることを特徴とする研磨工具。

【請求項 3】 前記研磨工具は、該研磨工具内に砥粒を含み、前記樹脂がバインダ材として該砥粒を保持している固定砥粒研磨工具であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の研磨工具。

【請求項 4】 前記研磨工具は、研磨パッドであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の研磨工具。

【請求項 5】 前記砥粒が酸化セリウム ( $\text{CeO}_2$ )、アルミナ ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、炭化珪素 ( $\text{SiC}$ )、酸化珪素 ( $\text{SiO}_2$ )、ジルコニア ( $\text{ZrO}_2$ )、酸化鉄 ( $\text{FeO}$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )、酸化マンガン ( $\text{MnO}_2$ 、 $\text{Mn}_2\text{O}_3$ )、酸化マグネシウム ( $\text{MgO}$ )、酸化カルシウム ( $\text{CaO}$ )、酸化バリウム ( $\text{BaO}$ )、酸化亜鉛 ( $\text{ZnO}$ )、炭酸バリウム ( $\text{BaCO}_3$ )、炭酸カルシウム ( $\text{CaCO}_3$ )、ダイヤモンド (C)、またはこれらの複合材料で構成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の研磨工具。

【請求項 6】 前記研磨工具は、所定の型内に射出成形法で加圧注入することにより成形したものであることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の研磨工具。

【請求項 7】 前記樹脂が、アクリロニトリルブタジエンスチレン (ABS) 樹脂を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の研磨工具。

【請求項 8】 前記樹脂が、メチルメタクリレートブタジエンスチレン (MBS) 樹脂であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の研磨工具

【請求項9】 前記弹性要素として弹性体充填材を含み、該弹性体充填材がゴム系充填材を含むことを特徴とする請求項2乃至5のいずれかに記載の研磨工具。

【請求項10】 前記研磨工具を構成する材料に、更に界面活性剤を添加したことを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載の研磨工具。

【請求項11】 前記研磨工具を構成する材料に、更に親水性物質を加えたことを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載の研磨工具。

【請求項12】 研磨対象物を押圧しつつ摺動することで、砥粒を介して研磨を行なう固定砥粒研磨工具において、該固定砥粒研磨工具にメチルメタクリレートブタジエンスチレン(MBS)樹脂を含有させたことを特徴とする研磨工具。

【請求項13】 砥粒及び熱可塑性樹脂を原料として固定砥粒を製造する方法において、前記原料の混合物を成形治具に充填し、加熱・冷却処理、及び／又は加圧処理により成形することを特徴とする固定砥粒研磨工具の製造方法。

【請求項14】 砥粒粉末及び熱可塑性樹脂を原料として、該原料を成形治具に充填する前又は充填中又は充填後に、前記砥粒粉末と熱可塑性樹脂を混合することを特徴とする固定砥粒研磨工具の製造方法。

【請求項15】 砥粒粉末及び熱可塑性樹脂を原料として固定砥粒を製造する方法において、成形治具に充填する前に前記砥粒粉末又はスラリーと熱可塑性樹脂の粉末又はエマルジョン液を水又は溶媒に混合分散し、その混合液を乾燥粉末処理することを特徴とする請求項14に記載の固定砥粒研磨工具の製造方法。

【請求項16】 砥粒粉末及び熱可塑性樹脂を原料として固定砥粒を製造する方法において、成形治具に充填する前に前記砥粒粉末又はスラリーを乾燥し、その乾燥物と熱可塑性樹脂のエマルジョン液を混合分散し、その混合液を乾燥粉末処理することを特徴とする請求項14に記載の固定砥粒研磨工具の製造方法。

【請求項17】 砥粒粉末及び熱可塑性樹脂を原料として固定砥粒を製造する方法において、成形治具に充填する前に前記砥粒粉末又はスラリーを乾燥し、その乾燥物と熱可塑性樹脂の乾燥物を再び水又は溶媒に分散し、その混合液を乾

燥粉末処理することを特徴とする請求項14に記載の固定砥粒研磨工具の製造方法。

【請求項18】 砥粒粉末及び熱可塑性樹脂を混合した液体状原料として固定砥粒を製造する方法において、成形治具に充填する前に前記液体状の原料を乾燥する工程で、噴霧乾燥処理することを特徴とする請求項13乃至17のいずれかに記載の固定砥粒研磨工具の製造方法。

【請求項19】 砥粒粉末及び熱可塑性樹脂を原料として、これらを混合して固定砥粒を製造する方法において、前記固定砥粒原料混合物を乾燥させる際又は乾燥させた後、粉碎し、 $1 \sim 500 \mu\text{m}$ の粉末にすることを特徴とする請求項14乃至17のいずれかに記載の固定砥粒研磨工具の製造方法。

【請求項20】 請求項1乃至19のいずれかに記載の研磨工具を具備したことを特徴とする半導体ウエハの研磨装置。

【請求項21】 請求項1乃至19のいずれかに記載の研磨工具を用いて、半導体ウエハを研磨することを特徴とする研磨方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、研磨工具に係り、特に半導体ウエハ等の研磨対象物を平坦かつ鏡面状に研磨する研磨装置に用いる、固定砥粒研磨工具または研磨パッド等の研磨工具の構成に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

近年、半導体デバイスの高集積化が進むにつれて、回路の配線が微細化し、集積されるデバイスの寸法もより微細化されつつある。そこで、半導体ウエハの表面に形成された被膜を研磨により除去して、表面を平坦化する工程が必要となる場合があるが、この平坦化法の手法として、化学・機械研磨(CMP)装置により研磨することが行われている。この種の化学・機械研磨(CMP)装置は、研磨布(パッド)を貼ったターンテーブルとトップリングとを有し、ターンテーブルとトップリングとの間に研磨対象物を介在させて、トップリングが一定の圧力

をターンテーブルに与えつつ両者が回転し、研磨布に砥液（スラリ）を供給しつつ研磨対象物の表面を平坦かつ鏡面状に研磨している。

## 【0003】

このような砥液（スラリ）を用いた化学・機械研磨（C M P）においては、比較的軟らかな研磨布に研磨砥粒を多量に含む砥液（スラリ）を供給しつつ研磨するので、パターン依存性に問題がある。パターン依存性とは研磨前に存在する半導体ウエハ上の凹凸パターンにより研磨後にもその凹凸に起因した緩やかな凹凸が形成され、完全な平坦度が得られにくいことである。即ち、細かなピッチの凹凸の部分は研磨速度が早く、大きなピッチの凹凸の部分は研磨速度が遅くなり、これにより研磨速度の早い部分と研磨速度の遅い部分とで緩やかな凹凸が形成されるという問題である。また、研磨布（パッド）による研磨では、凹凸の凸部のみならず凹部も共に研磨されるため、凸部のみが研磨されて完全に平坦となった状態で研磨が停止するいわゆるセルフストップ機能は実現することが困難であった。

## 【0004】

一方で、酸化セリウム ( $\text{CeO}_2$ ) 等の砥粒を例えばフェノール樹脂等のバインダを用いて固定した、いわゆる固定砥粒研磨工具を用いた半導体ウエハの研磨が研究されている。このような固定砥粒研磨工具による研磨では、研磨材が従来の化学機械研磨と異なり硬質であるため、凹凸の凸部を優先的に研磨し、凹部は研磨され難いため、絶対的な平坦性が得やすいという利点がある。また、固定砥粒研磨工具の組成によっては、凸部の研磨が終了し平坦面となると研磨速度が著しく低下し、研磨が事実上進行しなくなるいわゆるセルフストップ機能が現れる。また、固定砥粒研磨工具を用いた研磨では砥粒を多量に含む研磨液（スラリ）を使用しないため、環境問題の負荷が低減するという利点もある。

## 【0005】

しかしながら、固定砥粒研磨工具を用いた研磨では、以下に述べる問題点がある。即ち、半導体デバイスを製作する上で化学・機械研磨（C M P）後の半導体ウエハ研磨面は、高平坦性を実現すると共にスクラッチ（キズ）の発生を防ぐ必要がある。一般的な化学・機械研磨（C M P）用研磨パッドによる研磨では、パ

ッドの硬度が高い場合に研磨面にスクラッチが生じやすいことが知られており、そのためパッド材料には柔らかい発泡剤が使用されている。一方で、半導体固定砥粒研磨工具では前記パッドより硬い材料を用いるため、研磨面の高い平坦性が実現できる反面、研磨面に多くのスクラッチが発生しやすい。

## 【0006】

従って、半導体固定砥粒研磨工具は、非常に限られたバインダ種類や、砥粒、バインダ、気孔の組成比のバランスが取れた比較的狭い範囲で使用されてきた。一方、研磨の対象は、シリコン基板、ポリシリコン膜、酸化膜、窒化膜、アルミまたは銅材からなる配線層等と多岐にわたる。このため、これらの各種の研磨対象に応じて、研磨速度の安定性、及び良好な段差特性を有すると共に、スクラッチ（キズ）の発生しにくい固定砥粒研磨工具を製作することは、事実上困難であった。

## 【0007】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明は上述した事情に鑑みて為されたもので、研磨速度の安定性、良好な段差特性が得られると共に、半導体ウェハの研磨対象物の研磨面に発生する欠陥（スクラッチ）の低減等を各種の研磨対象物に対して良好に發揮できる研磨工具を提供することを目的とする。

## 【0008】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、研磨対象物を押圧しつつ摺動することで、砥粒を介して研磨を行う研磨工具において、該研磨工具は熱可塑性樹脂により主として構成されていることを特徴とする研磨工具である。

## 【0009】

請求項2に記載の発明は、研磨対象物を押圧しつつ摺動することで、砥粒を介して研磨を行う研磨工具において、該研磨工具は固さを有するプラスチック樹脂と、該樹脂中に存在する弾性を有する弾性要素とから構成されていることを特徴とする研磨工具である。

## 【0010】

請求項3に記載の発明は、前記研磨工具は、該研磨工具内に砥粒を含み、前記樹脂がバインダ材として該砥粒を保持している固定砥粒研磨工具であることを特徴とする請求項1または2に記載の研磨工具である。

## 【0011】

請求項4に記載の発明は、前記研磨工具は、研磨パッドであることを特徴とする請求項1または2に記載の研磨工具である。

## 【0012】

これまで半導体ウェハ等の固定砥粒研磨工具は、PVAやフェノール樹脂、エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂が一般に広く用いられてきた。本発明では、熱硬化性樹脂に代えて熱可塑性樹脂を用いること、また、固さを有するプラスチック材中に弾性要素を有する樹脂を用いることにより、後述するように従来の固定砥粒研磨工具では得られなかつた様々な特性の固定砥粒研磨工具を得ることができる。即ち、半導体ウェハ等の研磨においては研磨中に発熱が生じるので、固定砥粒研磨工具または研磨パッドに熱可塑性樹脂を用いることで、研磨中に当該樹脂が発熱により軟らかくなる。これにより軟らかな研磨面による研磨が可能となり、スクラッチ(キズ)の発生が抑えられる。また、樹脂中に弾性要素を含む硬い樹脂を用いることで、マクロ的に見れば硬く、ミクロ的に見れば軟らかな研磨面が得られ、これにより平坦特性に優れると共にスクラッチ(キズ)の発生の少ない高品位の研磨が行える。

## 【0013】

請求項5に記載の発明は、前記砥粒が酸化セリウム( $\text{CeO}_2$ )、アルミナ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、炭化珪素( $\text{SiC}$ )、酸化珪素( $\text{SiO}_2$ )、ジルコニア( $\text{ZrO}_2$ )、酸化鉄( $\text{FeO}$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )、酸化マンガン( $\text{MnO}_2$ 、 $\text{Mn}_2\text{O}_3$ )、酸化マグネシウム( $\text{MgO}$ )、酸化カルシウム( $\text{CaO}$ )、酸化バリウム( $\text{BaO}$ )、酸化亜鉛( $\text{ZnO}$ )、炭酸バリウム( $\text{BaCO}_3$ )、炭酸カルシウム( $\text{CaCO}_3$ )、ダイヤモンド(C)、またはこれらの複合材料で構成されていることを特徴とする請求項3に記載の研磨工具である。

## 【0014】

これにより比較的入手が容易な原料を用いて、研磨速度安定性、段差特性に優

れ、且つスクラッチ（キズ）の発生の少ない研磨を実現可能な固定砥粒研磨工具を提供できる。

## 【0015】

請求項6に記載の発明は、前記研磨工具は、所定の型内に射出成形法で加圧注入することにより成形したものであることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の研磨工具である。射出成形とは、加熱して流動状態にした原材料を、閉じた金型の空洞部（キャビティ）に加圧注入し、金型内で固化させることにより、金型空洞部に相当する成形品を造る方法である。これにより、容易に、且つ良好な量産性で固定砥粒研磨工具等を製造することができる。

## 【0016】

請求項7に記載の発明は、アクリロニトリルブタジエンスチレン（A B S）樹脂を含むことを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の研磨工具である。A B S樹脂は、アクリロニトリル、ブタジエン、スチレンの共重合物である。小さく柔らかなブタジエンゴムの核に硬いA S（アクリロニトリルスチレン）樹脂が絡んだ構造をしている。これにより、A B S樹脂で構成した固定砥粒研磨工具は、研磨作用面はマクロ的に見ればA S樹脂と同等に硬く、研磨時には研磨対象の高平坦性が得られ、ミクロ的に見れば、柔らかなブタジエンゴムによる衝撃吸収作用が働き、スクラッチ（キズ）の発生が押さえられ、高品位の研磨が実現可能となる。また、A B S樹脂で構成した研磨用パッドは、研磨作用面はマクロ的に見ればA S樹脂と同等に硬く、ミクロ的に見れば、柔らかなブタジエンゴムによる衝撃吸収作用が働くので、同様に高品位の研磨が実現可能となる。

## 【0017】

請求項8に記載の発明は、前記樹脂が、メチルメタクリレートブタジエンスチレン（M B S）樹脂であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の研磨工具である。この樹脂を用いて固定砥粒研磨工具を製作することにより、高い研磨速度が得られると共に、A B S樹脂の場合と同様にスクラッチが極めて少ない固定砥粒研磨工具による研磨が行える。

## 【0018】

請求項9に記載の発明は、前記弾性要素として弾性体充填材を含み、該弾性体

充填材がゴム系充填材を含むである。これにより、研磨工具の構成材料として小さく柔らかなゴム粒子を含むことにより、上記A B S樹脂と同様のマクロ的に見れば硬く、ミクロ的に見れば軟らかな効果が得られ、高品位の研磨が実現可能となる。従って、外部より砥粒を含むスラリを供給しながら、研磨する場合にも、スクラッチ（キズ）の少ない高品位の研磨を実現できる。

## 【0019】

請求項10に記載の発明は、前記研磨工具を構成する材料に、更に界面活性剤を添加したことを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載の研磨工具である。一般に固定砥粒研磨工具において砥粒を固定するバインダに用いる高分子材料（樹脂）は、砥粒との濡れ性が悪く、そのため、砥粒とバインダのみで成形した場合、砥粒が均一に分散せず、大きな砥粒塊が成形体中に存在してしまうという問題がある。極く小さい砥粒塊は研磨時に脱落し、研磨副生成物や研磨クズを捕集するポケットとして機能すると言われており、研磨に対し有用であると考えられる。しかしながら、大きな数百nmオーダーの砥粒塊は、研磨時に該砥粒塊がすぐに固定砥粒研磨工具から離脱してしまい、研磨能力の経時変化が大きく、すぐに研磨能力が低下してしまう。さらに、研磨工具面内で研磨能力に差が生じてしまい、研磨むらが生じてしまうなど研磨阻害要因となる。そのため、原料混練時に界面活性剤を利用し、砥粒とバインダの濡れ性を確保し、砥粒を均一に分散させることで、安定した研磨を可能とする固定砥粒研磨工具を製作することができる。

## 【0020】

請求項11に記載の発明は、前記研磨工具を構成する材料に、更に親水性物質を加えたことを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載の研磨工具である。一般に、高分子材料は、疎水性を示し、研磨液をはじいてしまうため、研磨液保持能力が低く、安定した研磨を行うことが難しいという問題がある。そのため、表面に親水基を多く持つ親水性物質をパッドに含有することにより親水性を確保し、これにより表面にむら無く研磨液を保持することが可能となり、安定した研磨を行うことができる。

## 【0021】

請求項12に記載の発明は、研磨対象物を押圧しつつ摺動することで、砥粒を介して研磨を行なう固定砥粒研磨工具において、該固定砥粒研磨工具にメチルメタクリレートブタジエンスチレン(MBS)樹脂を含有させたことを特徴とする研磨工具である。

【0022】

請求項13に記載の発明は、砥粒及び熱可塑性樹脂を原料として固定砥粒を製造する方法において、前記原料の混合物を成形治具に充填し、加熱・冷却処理、及び／又は加圧処理により成形することを特徴とする固定砥粒研磨工具の製造方法である。

【0023】

請求項14に記載の発明は、砥粒粉末及び熱可塑性樹脂を原料として、該原料を成形治具に充填する前又は充填中又は充填後に、前記砥粒粉末と熱可塑性樹脂を混合することを特徴とする固定砥粒研磨工具の製造方法である。

【0024】

請求項15に記載の発明は、砥粒粉末及び熱可塑性樹脂を原料として固定砥粒を製造する方法において、成形治具に充填する前に前記砥粒粉末又はスラリーと熱可塑性樹脂の粉末又はエマルジョン液を水又は溶媒に混合分散し、その混合液を乾燥粉末処理することを特徴とする請求項14に記載の固定砥粒研磨工具の製造方法である。

【0025】

請求項16に記載の発明は、砥粒粉末及び熱可塑性樹脂を原料として固定砥粒を製造する方法において、成形治具に充填する前に前記砥粒粉末又はスラリーを乾燥し、その乾燥物と熱可塑性樹脂のエマルジョン液を混合分散し、その混合液を乾燥粉末処理することを特徴とする請求項14に記載の固定砥粒研磨工具の製造方法である。

【0026】

請求項17に記載の発明は、砥粒粉末及び熱可塑性樹脂を原料として固定砥粒を製造する方法において、成形治具に充填する前に前記砥粒粉末又はスラリーを乾燥し、その乾燥物と熱可塑性樹脂の乾燥物を再び水又は溶媒に分散し、その混

合液を乾燥粉末処理することを特徴とする請求項14に記載の固定砥粒研磨工具の製造方法である。

## 【0027】

請求項18に記載の発明は、砥粒粉末及び熱可塑性樹脂を混合した液体状原料として固定砥粒を製造する方法において、成形治具に充填する前に前記液体状の原料を乾燥する工程で、噴霧乾燥処理することを特徴とする請求項13乃至17のいずれかに記載の固定砥粒研磨工具の製造方法である。

## 【0028】

請求項19に記載の発明は、砥粒粉末及び熱可塑性樹脂を原料として、これらを混合して固定砥粒を製造する方法において、前記固定砥粒原料混合物を乾燥させる際又は乾燥させた後、粉碎し、 $1 \sim 500 \mu\text{m}$ の粉末にすることを特徴とする請求項14乃至17のいずれかに記載の固定砥粒研磨工具の製造方法である。

## 【0029】

請求項20に記載の発明は、請求項1乃至19のいずれかに記載の研磨工具を具備したことを特徴とする半導体ウエハの研磨装置である。

## 【0030】

請求項21に記載の発明は、請求項1乃至19のいずれかに記載の研磨工具を用いて、半導体ウエハを研磨することを特徴とする研磨方法である。

## 【0031】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照しながら説明する。

## 【0032】

図1は、本発明の実施形態の固定砥粒研磨工具を模式的に示す。(a)に示す固定砥粒研磨工具1は、砥粒5、気孔または気孔剤2とがバインダ(樹脂)4により結合して構成されている。ここで、バインダ4としてABS樹脂等の熱可塑性樹脂を用いる。これにより、温度を上昇させるとバインダが軟化し、弾力性を有する状態となり、ゴム系樹脂と同等な作用を為し、研磨に際して軟らかく研磨対象物の被研磨面に接触することでスクラッチ等を低減して研磨を行うことができる。(b)に示す固定砥粒研磨工具1は、砥粒5、ゴム系粒子等の弾性体充填

材3、気孔または気孔剤2とがバインダ(樹脂)4により結合して構成されている。ここで、バインダ4としては硬い樹脂を用いている。弾性体充填材3は、ゴム系粒子と同等な作用を為し、研磨に際して軟らかく研磨対象物の被研磨面に接触することでスクラッチ等を低減して研磨を行うことができる。

## 【0033】

従来の固定砥粒研磨工具は、砥粒を含むバインダ混合原料を圧縮成形で成形することが一般的であった。これに対して本発明の固定砥粒研磨工具は熱可塑性樹脂を使用することを特徴としたものであり、これにより、射出成形やブロー成形、真空成形などにより量産効果の大きい固定砥粒研磨工具の製作が可能となる。熱可塑性樹脂は種類が多く、今までにない様々な特性の固定砥粒研磨工具を製作することが可能となり、種々の研磨対象に好適な研磨特性を有する固定砥粒研磨工具を製作することができる。即ち、熱可塑性樹脂はある温度以上になると溶解する特徴を有する。研磨対象物に対し、好適な熱可塑性樹脂を主成分とした固定砥粒研磨工具を選定することにより、研磨の際には局的に高温になると考えられ、固定砥粒研磨工具の研磨作用部では、軟化し粘性を有することになる。このため、砥粒による研磨面への加工圧力を安定させることができ、砥粒に過度な加工力がかかることがない。すなわち、軟らかな工具で砥粒を押さえつけることになり、研磨後の研磨対象物表面のスクラッチ(キズ)を低減できる。

## 【0034】

以下に、熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂の構成材料例を示す。熱硬化性樹脂には、フェノール(PF)、ユリア(UF)、メラミン(MF)、不飽和ポリエステル(UP)、エポキシ(EP)、シリコーン(SI)、ポリウレタン(PUR)等があり、これらの物質はそれぞれ硬化剤である第三の物質を添加して硬化させる。また、熱可塑性樹脂には、汎用プラスチックとして知られるポリ塩化ビニル(PVC)、ポリエチレン(PC)、ポリプロピレン(PP)、ポリスチレン(PS)、アクリロニトリルブタジエンスチレン(ABS)、メチルメタクリレートブタジエンスチレン(MBS)、ASA、ポリメチルメタアクリル(PMM A)、ポリビニールアルコール(PVA)、ポリ塩化ビニリデン(PVDC)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、エンジニアリングプラスチックとして

知られるポリアミド（PA）、ポリアセタール（POM）、ポリカーボネート（PC）、ポリフェニレンエーテル（PPE（変性PPO））、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、超高分子量ポリエチレン（UHMW-PE）、ポリ弗化ビニリデン（PVDF）、スーパーエンジニアリングプラスチックとして知られているポリサルホン（PSF）、ポリエーテルサルホン（PES）、ポリフェニレンサルファイド（PPS）、ポリアリレート（PAR）、ポリアミドイミド（PAI）、ポリエーテルイミド（PEI）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリイミド（PI）、液晶ポリマー（LCP）、ポリテトラフロロエチレン（PTFE）がある。

#### 【0035】

熱硬化性樹脂は、単独又は第二の物質を加えて加熱することにより三次元構造又は網状構造となり、不融不溶の樹脂になる。すなわち、一旦硬化すれば再び軟らかくならない性質をもつ樹脂である。この樹脂はある温度で化学反応が活性になり、硬化（架橋）が始まり、その硬化温度である時間を保持することで硬化が完了する。冷却は、変形や内部残留応力の発生を防ぐため、徐々に冷やすことで、硬化した状態が保持される。熱可塑性樹脂は、加熱によりある軟化温度を過ぎると反応が起こることなく軟化し流動性を有する樹脂であり、冷却すると再び固化する。即ち、元の性質に戻る。

#### 【0036】

図2は、射出成形器を模式的に示す。この射出成形器は、シリンダ16内のシリンダ室16aに保持された液状材料を金型15内に射出成形するための加圧ヘッド19を備えている。スクリュー17はスクリュー回転用油圧モータ12により回転することで投入口18より投入された樹脂材料を加圧ヘッド19の前のシリンダ室内の空間16に押圧移動する。シリンダ16の周面にはヒータ13が配置され、投入された固形の樹脂材料をスクリュー17で移動中に加温し、樹脂の融点以上にすることにより、液状材料に変換する。そして、射出油圧駆動機11により加圧ヘッド19を金型15側に押圧移動することにより、液状樹脂が金型15内の空隙部15aに充填される。

#### 【0037】

即ち、主に砥粒と樹脂を混練した材料は材料投入口18より投入され、スクリュー17を回転させることにより、供給部18から射出部16aへと送られる。その際、材料はヒータ13により加熱され、溶解し、液状となる。加圧ヘッド19を往復動作することにより、液状材料は、金型15の空隙部15aへと射出され、製品形状となる。その後、冷却、離型し、製品となる。射出成形用樹脂には、塩化ビニル樹脂、塩化ビニリデン樹脂、ポリスチレンメタアクリル樹脂、ポリカーボネイト酢酸セルロース、ポリアセタールポリアミド、ポリプロピレン、ポリエチレン、3フッ化エチレン樹脂、フッ化ビニリデン樹脂、等の熱可塑性樹脂全般、及びフェノール樹脂、ポリエステル樹脂、ジアリルフタレートなどの一部の熱硬化性樹脂を用いることができ、様々な樹脂の成形が可能となる。また、一度に多数の成形品が製造可能となり、圧縮成形と比較し加工工程が少なく、製作時間が短縮でき、複雑な形状でも精度よく製造することができるばかりでなく、高能率で量産化が容易になる。又、砥粒の混合割合及び樹脂の粒度調整によって圧縮成形、熱処理併用圧縮成形も可能である。この場合も、高温時に硬化するこがないため、作業時間に制限がなく取り扱いが容易である。

## 【0038】

特にバインダとしてA B S樹脂を用いれば、温度上昇時に熱可塑性樹脂による軟らかな研磨が行なえると同時に、A B S樹脂はブタジエンゴムの核にA S樹脂が絡んだ構造をしているため、研磨時に発生する温度が樹脂の軟化温度より低い場合にも、スクラッチ（キズ）の少ない研磨が可能であり、高品位のウエハ平坦化加工が可能となる。即ち、A B S樹脂は、その組成自体が弹性要素を本質的に備えており、マクロ的に見ればA S樹脂と同等に硬く、研磨時には研磨対象の高平坦性が得られ、ミクロ的に見れば、柔らかなブタジエンゴムによる衝撃吸収作用が働き、スクラッチ（キズ）の発生が押さえられる。尚、A B S樹脂以外にも、樹脂構造に弹性体が入り込んだ構造をしているものとして、塩化ビニルにメチルメタクリレートブタジエンスチレン（M B S）を改質剤として加えたものが挙げられる。これにより弹性要素として、M B Sを作用させることができ、同様にマクロ的に見れば硬く、研磨時には研磨対象の高平坦性が得られ、ミクロ的に見れば、柔らかな弹性要素による衝撃吸収作用を得ることができる。又、M B S樹

脂の割合を多くした、即ち主成分にしたバインダで成形した固定砥粒は、さらに衝撃吸収作用が大きく有効である。

## 【0039】

図1 (b) に示すように、砥粒とバインダ（プラスチック材料）の他に微細ゴム粒子を混練し、成形しても A B S 樹脂の効果と同等の効果が得られる。プラスチック材料中に添加するゴム系粒子の具体例としては、天然ゴム (I R)、スチレンブタジエン (S B R)、ブタジエン (B R)、クロロプロレン (C R)、ブチル (I I R)、ニトリル (N B R)、エチレンプロピレン (E P M, E P D M)、クロロスルホン化ポリスチレン (C S M)、アクリルゴム（アクリル酸アルキルエステルと架橋性モノマとの共重合性体 A C M、アクリル酸アルキルエステルとアクリロニトリルとの共重合体 A N M）、ウレタンゴム U、シリコンゴム Q、フッ素ゴム F K M、多硫化ゴム T 等が上げられ、特にクロロスルホン化ポリスチレン (C S M) は耐候性、耐酸性、耐無機薬品性、耐摩耗性に優れ、アクリルゴム（アクリル酸アルキルエステルと架橋性モノマとの共重合性体 A C M や、アクリル酸アルキルエステルとアクリロニトリルとの共重合体 A N M）は耐熱性に優れ、フッ素ゴム (F K M) は耐熱性、耐薬品性、耐候性に優れ、シリコンゴム Q は耐熱性に優れるばかりでなく、使用温度範囲が広範囲であり、研磨環境に対し、変質しづらく、非常に好適である。

## 【0040】

また、ゴム系粒子以外に弹性体中空粒子も同様にして有効である。例えば、ポリアクリロニトリル (P A N) 等の中空粒子を用いてもよい。

## 【0041】

ところで、高品位の研磨を行うためには、固定砥粒研磨工具作用面内で研磨効率を一定にする必要があり、そのため砥粒の分布を均一にする必要がある。多くの樹脂は高分子材料であり、金属酸化物である砥粒との濡れ性が悪く、砥粒は固定砥粒研磨工具組織内に大きな塊状粒子として存在する傾向がある。例えば、砥粒に酸化セリウム微細粒子、バインダに A B S 樹脂を用いた場合、砥粒との濡れ性が悪く、成形品中に砥粒が数 m m から数百 n m オーダーの砥粒塊が存在する傾向がある。界面活性剤を添加することでこれを改善でき、高品位の研磨が可能と

なる。均一分散の方法は界面活性剤の利用以外に、成形前に十分な時間をかけ練り込むことが考えられるが、時間がかかり、効率的でない。界面活性剤を使用すれば、表面張力を下げられ、均一分散が可能となる。例えば、ユリア系樹脂に非イオン活性剤を0.01～0.2%添加することにより、表面張力は約63から約50dyne/cmに下がることが知られている。

## 【0042】

上述の説明は研磨用の固定砥粒研磨工具の構成例についてのものであるが、上述した構成例は研磨用砥粒を多量に含む砥液（スラリ）を用いて半導体ウエハ等を研磨する場合に用いられる研磨パッドにも同様に適用可能である。研磨パッドとして、より高硬度な樹脂を用いた場合、研磨面の平坦性が得られるが、研磨時に多くのスクラッチ（キズ）を生じ易い。そこで、図3（a）に示すように、研磨パッドを硬質の樹脂4で形成すると共に、その組成内に小さく軟らかなゴム粒子6を入れることにより、スクラッチ（キズ）の発生を防止できる。

## 【0043】

使用するゴムの具体例としては、固定砥粒研磨工具の場合と同様に、天然ゴム（I R）、スチレンブタジエン（S B R）、ブタジエン（B R）、クロロプロレン（C R）、ブチル（I I R）、ニトリル（N B R）、エチレンプロピレン（E P M, E P D M）、クロロスルホン化ポリスチレン（C S M）、アクリルゴム（アクリル酸アルキルエステルと架橋性モノマとの共重合性体A C M、アクリル酸アルキルエステルとアクリロニトリルとの共重合体A N M）、ウレタンゴムU、シリコンゴムQ、フッ素ゴムF K M、多硫化T等を用いることができる。特に、クロロスルホン化ポリスチレン（C S M）は耐候性、耐酸性、耐無機薬品性、耐摩耗性に優れ、アクリルゴム（アクリル酸アルキルエステルと架橋性モノマとの共重合性体A C Mや、アクリル酸アルキルエステルとアクリロニトリルとの共重合体A N M）は耐熱性に優れ、フッ素ゴムF K Mは耐熱性、耐薬品性、耐候性に優れ、シリコンゴムQは耐熱性に優れるばかりでなく、使用温度範囲が広範囲であり、研磨環境に対し、変質しづらく、非常に好適である。また、ゴム粒子以外に弹性体中空粒子も同様にして有効である。例えば、ポリアクリロニトリル（P A N）等の中空粒子を用いることができる。樹脂材料は上述の固定砥粒研磨工具に

用いられた材料と同様な材料が用いられる。

#### 【0044】

図3（b）は、研磨パッドにA B S樹脂を用いた場合を示す。研磨パッドにA B S樹脂7を用いれば、A B S樹脂はマクロ的には硬度の高い樹脂であるが、その組成に小さく軟らかなブタジエンゴム8を含んでいる。これにより、研磨作用面はマクロ的に見ればアクリロニトリルスチレン（A S : S A N）樹脂と同等に硬く、研磨時には研磨対象の高平坦性を得られ、ミクロ的に見れば、軟らかなブタジエンゴムによる研磨砥粒の衝撃吸収作用が働き、スクラッチ（キズ）の発生が押さえられ、高品位の研磨が実現可能となる。

#### 【0045】

ところで、一般に樹脂材料は疎水性を示すため、研磨時にパッド表面に研磨砥液（スラリ）を保持し難い。そのため、安定な研磨を行うためには、ドレッシング（シーズニング）と呼ばれる工程が必要となる。即ち、ダイヤモンドヤスリでパッド表面を薄く削り、研磨クズを排除すると共に表面を毛羽立てることにより、表面積を増やし、スラリを保持しやすくする工程である。パッド自身が親水性を示す場合、表面積を増やすための余分なドレッシング工程が必要なくなり、研磨クズを除去するのみですむため、パッドのドレス代が少なくなり、長期の使用が可能となる。親水性を示す材料には、 $-CO-OH$ 、 $-OH$ 、 $-NH_2$ 、 $-NHCONH_2$ 、 $-(OCH_2CH_2)_n-$ などの親水基を持つ材料すべてが対象となる。また、一般に酸素、窒素、硫黄などの元素を含む基は親水基であり、特に塩を作っている場合には強親水性基となり、非常に好適である。強親水性基には、 $-SO_3H$ 、 $-SO_3M$ 、 $-OSO_3H$ 、 $-OSO_3M$ 、 $-COOM$ 、 $-NR_3X$ （M：アルカリ金属または $-NH_4R$ ：アルキル基、X：ハロゲン）等がある。研磨パッドを構成する樹脂に、上記親水性物質を加える、又は樹脂自身に親水性を付加する、すなわち改質することにより、研磨時にパッド表面にスラリを容易に保持することができる研磨パッドが得られる。

#### 【0046】

次に、メチルメタクリレートブタジエンスチレン（M B S）樹脂を用いた固定砥粒研磨工具について説明する。M B S樹脂は、メチルメタクリレートブタジエ

ンスチレンを主原料とする共重合体であり、主に塩化ビニル樹脂又はアクリル樹脂の耐衝撃性を改良する改質剤として使用されている。塩化ビニル又はアクリル樹脂にMBSを添加したものをバインダとして用いた固定砥粒研磨工具については、一般的な場合、添加量は数～20%程度であり、塩化ビニルの特性を重視した設計である。これに対し、樹脂中のMBS樹脂の割合を20%以上、さらに50%以上、またさらに100%にした場合には、衝撃吸収効果の高い工具となる。この樹脂をバインダ材として用い、酸化セリア砥粒と組み合わせることにより、研磨時のスクラッチの発生が非常に少ない固定砥粒研磨工具が得られる。例えば、エポキシ樹脂とMBS樹脂を混合してバインダ材として用いてもよい。即ち、この固定砥粒研磨工具はMBS樹脂が熱可塑性樹脂であるため、成形が容易であり、且つ成形体の強度も高い。そして、MBS樹脂をバインダ材として用いた場合には砥粒の自生作用があり、これにより高い研磨速度が得られる。例えば、従来のエポキシ樹脂をバインダ材として用いた固定砥粒研磨工具と比較して、約2倍の研磨速度が得られる。さらに、樹脂自体が耐衝撃性を有するため、研磨時に砥粒に作用する力が緩和（抑制）され、スクラッチのない、即ち欠陥の少ない研磨が可能となる。MBS樹脂は、その構造単位が吸水効果により広がり、砥粒を保持する能力が低下して砥粒の自生が容易となるものと考えられる。

## 【0047】

この固定砥粒研磨工具は、一般的なフェノール、エポキシ樹脂による固定砥粒研磨工具と比較し、上述したように加工速度が速く、スクラッチが少ないという特徴があり、スクラッチの発生が好ましくない半導体の製造工程においても適用することが可能である。一般的なフェノールやエポキシ樹脂による固定砥粒研磨工具が、研磨中に同時にドレッシングを行う必要があるような高い研磨速度が必要な工程に対して、研磨中にドレッシングすることなく所要の高い研磨速度が得られる。また、ドレッシングに際してダイヤモンド砥粒の脱落の心配がないため、ダイヤモンド粒子によるスクラッチの発生も生じない。

## 【0048】

この固定砥粒工具の製造方法について次に説明する。まず、微細な酸化セリウムとメチルメタクリレートブタジエンスチレン（MBS）樹脂とを混合した乾燥

粉を作製する。この混合乾燥粉を得る具体的方法の例を次に示す。

第1の方法は、砥粒粉とメチルメタクリレートブタジエンスチレン（MBS）樹脂粉末を単に混合する方法であり簡便に混合乾燥粉が得られる。

#### 【0049】

第2の方法は、砥粒に必要に応じて水及び／又は水溶液及び／又は溶媒及び／又はバインダー及び／又は薬剤を加えたスラリ形態の砥粒液を自然乾燥又は加熱乾燥又は凍結乾燥等の方法により乾燥させ、その後必要に応じて粉碎等による粉末化処理を行い、メチルメタクリレートブタジエンスチレン（MBS）樹脂粉末と混合することで前記混合乾燥粉を得る方法である。ただし、砥粒は微細するために凝集しやすく、砥粒単独で粉末化させるためには、スプレードライヤ又は他の噴霧乾燥を用い、凝集力又は結合力が弱く、かつ取り扱いや成形に適した平均粒径 $1\sim 500\mu\text{m}$ 、望ましくは $10\sim 100\mu\text{m}$ 、更に望ましくは $30\sim 80\mu\text{m}$ の大きさの粉末にすることが望ましい。砥粒スラリーに含有するバインダーは強固に結合するバインダーは適さず、強固な結合力の樹脂バインダーではなく、架橋や分子間力による結合や、結合力の弱いバインダー（結合力の弱い樹脂バインダーを含む）を選定することが望ましい。

#### 【0050】

第3の方法は、第1、2の方法で混合粉を得た後、混合粉を水又は水溶液又は溶媒中に分散した後、自然乾燥又は加熱乾燥又は凍結乾燥又はスプレードライヤや他の噴霧乾燥方法により乾燥処理することにより混合粉を得る方法である。この混合粉は、砥粒と樹脂の混合が均一に出来る特徴があり、成形された固定砥粒においても均一な組成が得られやすく好ましい成形粉が得られる。この場合に対しても、スプレードライヤ又は他の噴霧乾燥を用い、乾燥条件すなわち乾燥装置の運転条件を選定することにより、取り扱いや成形に適した平均粒径及び粒度分布に制御できる。例えば、平均粒径 $1\sim 500\mu\text{m}$ 、望ましくは $10\sim 100\mu\text{m}$ 、更に望ましくは $30\sim 80\mu\text{m}$ の大きさの粉末にすることが望ましい。

#### 【0051】

第4の方法は、砥粒に必要に応じて水及び／又は水溶液及び／又は溶媒及び／又はバインダー及び／又は薬剤を加えたスラリ形態の砥粒液を樹脂粉末及び必要

に応じて水又は水溶液又は溶媒を加えて、混合又は混合分散し、自然乾燥又は加熱乾燥又は凍結乾燥又はスプレードライヤを含む噴霧乾燥方法により乾燥処理することにより混合粉を得る。この場合も前記理由によりスプレードライヤ又は他の噴霧乾燥を用い、取り扱いや成形に適した平均粒径及び粒度分布に制御できる。例えば、平均粒径 $1\sim500\mu\text{m}$ 、望ましくは $10\sim100\mu\text{m}$ 、更に望ましくは $30\sim80\mu\text{m}$ の大きさの粉末にすることが望ましい。

#### 【0052】

第5の方法は、メチルメタクリレートブタジエンスチレン(MBS)樹脂原料が、水溶液やエマルジョンの形態の場合、乾燥粉末処理を行った後、乾燥粉を砥粒粉末と混合し乾燥混合粉を得る方法がある。また、更に水又は水溶液又は溶媒中に分散した後、必要に応じバインダー及び／又は薬剤を添加し乾燥又は乾燥粉碎処理により混合粉を得ることにより、砥粒と樹脂及び前記添加剤が均一に混合出来る特徴がある。その場合、成形された固定砥粒においても均一な組成が得られやすい好ましい成形粉が得られる。

#### 【0053】

第6の方法は、メチルメタクリレートブタジエンスチレン(MBS)樹脂原料が、水溶液やエマルジョンの形態の場合、砥粒、又はスラリーの形態の砥粒原料を必要に応じて水又は水溶液又は溶媒を加えて混合又は混合分散し乾燥粉末処理した乾燥砥粒を、更に水又は水溶液又は溶媒中に分散した後、必要に応じバインダー及び／又は薬剤を添加し、乾燥又は乾燥粉碎処理により混合粉を得る方法である。この場合も砥粒と樹脂及び前記添加剤が均一に混合できる特徴があり、かつ成形された固定砥粒においても均一な組成が得られやすい好ましい成形粉が得られる。

なお、次に示す成形方法に用いる成形金型中にて乾燥と混合と原料の金型充填を同時に行うこともでき、製作工程が短くなり望ましい。

#### 【0054】

次に、この原料粉末を加熱・加圧成形を行い、固定砥粒研磨工具にする成形について説明する。この成形は、MBS樹脂が熱可塑性樹脂であるため、加熱するだけで軟化するので原料粉末を型に入れて加熱するだけで成形することができる

。その際、金型は加圧しなくてもよいが、成形後の固定砥粒研磨工具の形状の制御、または空孔率の制御を行うため、加圧しつつ行うことが好ましい。固定砥粒研磨工具の成形に際しては所要の大きさおよび空孔率を得るために、加圧の際に限りなく容積が小さくならないようにストッパ構造を有する金型を用いて行なうことが好ましい。このストッパ構造により、圧力による成形が行われず、定容積による成形がなされ、所定の形状および空孔率を固定砥粒研磨工具に与えることができる。加熱・加圧成形後、平面および外形の加工を行い、所定の形状に整えた後に研磨に使用する。また、固定砥粒研磨工具は平板形状のため、且つ構造体及び材質が水分により変形・膨潤し易いため、形状加工などに際して固定砥粒研磨工具に十分に水分を与え、偏った水分バランスとならないような配慮が必要である。

#### 【0055】

次に、酸化セリウム砥粒とMBS樹脂をバインダ材として用いた固定砥粒研磨工具の具体的な製造方法例について説明する。固定砥粒研磨工具の成形サイズは、一例として直径が55cmで厚さが5mm以上である。成形前の砥粒粉末とバインダ材粉末との体積比は、29~49%（好ましくは34~44%）が砥粒であり、残りの51~71%（好ましくは56~66%）がバインダの粉末である。砥石材料として、砥粒、バインダの他に界面活性剤や研磨助剤等の添加剤や、ゴム等の弾性体を加えたり、バインダ材を2種類以上の樹脂を混合させて用いてもよい。そして、できあがった固定砥粒研磨工具の体積組成比は、砥粒が25~45%（好ましくは30~40%）、バインダが45~65%（好ましくは50~60%）、空孔が0~20%（好ましくは5~15%）であり、

例えば、 砥粒：バインダ：空孔 = 35 : 55 : 10

を目標値とする。MBS樹脂は熱可塑性樹脂であり、ガラス転移点（軟化点）が100°C程度であり、成形温度は150~200°C程度が好ましい。

#### 【0056】

上記乾燥処理は、自然乾燥、加熱乾燥でもよいが、図4に示すように、スプレードライヤーを用いるのが好ましい。スプレードライヤーにより原料が加熱乾燥され、熱可塑性樹脂であるMBS樹脂が一旦溶けた後、球状又はくぼみを有する

塊状に乾燥する。そのため、スプレードライヤ処理前後の原料の混合が均一になり、扱いやすくなる。金型に充填する前に、全ての原料を混合させておくことが好ましい。

液体状態で原料を金型に供給し成形した場合、加熱加圧成形を行う際に、水分が蒸発し、水が入ったまま固定磁粒が成形されてしまうか、もしくは水分蒸発後の空洞により不均一な気泡、空洞ができてしまうため、均一な望ましい固定磁粒ができない。そのため、原料を乾燥した粉末状で成形治具に供給するのが好ましい。

#### 【0057】

スプレードライヤによる乾燥粉末化処理は、次のようにして行われる。

スプレードライニング法は、磁粒、もしくはMBS樹脂粉末等の原料を水又は溶媒に拡散させ、超音波の印加等により十分に分散させて微細粒子の懸濁液を形成する。そして、熱風が螺旋状に回転している空間に微細粒子の懸濁液を供給する。これにより、懸濁液の液体部分は瞬間に乾燥され、微細粒子が単位体積当たりの表面積を増大しながら集合体を形成する。微細粒子として例えば $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 程度の磁粒を用いることで、 $5\sim100\text{ }\mu\text{m}$ 程度の微細磁粒の集合体である球状に造粒を行うことができる。このスプレードライニング法によれば、濃縮、ろ過、粉碎、分級、乾燥という数多くの工程を一挙に瞬間的に行うことができ、容易に微細粒子から塊状の集合体に造粒することが可能である。

#### 【0058】

図4は、上述のスプレードライニング法による造粒に好適なスプレードライヤの一例を示す。スプレードライヤ本体31には、配管37より熱風が吹き込まれ、本体31内でらせん状流43が形成される。熱風は、エアフィルタ33を介して空気が送風機34より送風され、ヒータ35で加熱された熱風がフィルタ36を介して本体31内に供給される。微粒化装置32からは微細磁粒の懸濁液がらせん状に回転している熱風中に供給され、これにより上述したように磁粒集合体が形成される。造粒された磁粒集合体は、本体下部の容器42aに入るか、配管38を介してサイクロン39により選別され、その下部の室42bに入るか、又はバグフィルタ40により選別され、その下部の室42cに入る。尚、バグフィル

タ40を通過した熱風は、排風機41により排出される。

#### 【0059】

次に、図5を参照して固定砥粒研磨工具の成形工程について説明する。まず、(a)に示すように、ダイス71と下側パンチ72を組み合わせた後に、砥粒粉末と樹脂粉末の混合粉末である固定砥粒研磨工具原料粉末73を入れ、不均一にならないように充填する。次に、(b)に示すように上パンチ74を荷重がかからないように載せ、又は所定の加圧成形圧力より十分小さい圧力治具をセットし、樹脂のガラス転移点を超える、且つ熱分解を起こさない所定成形温度（例えば150～300°C）に加熱する。そして、熱が均一に伝わり十分に樹脂粉末が溶融するために十分な時間（例えば5～30分）保持する。次に、上パンチ74を一旦ちょっと下げて、(c)に示すようにその後目的とする容積まで加圧する。この際、(b)に示すように段付きストッパ構造75を有する成形治具を用いることで、所定の容積まで加圧することができる。

#### 【0060】

固定砥粒体が硬化中に、上からの圧力で横に広がるように圧力がかかるため、ダイスが固定砥粒原料に密着する。そのため、途中からダイス下方のスペーサーを取り外すことによってダイスが固定砥粒原料と一体になって動くことが出来、硬化した固定砥粒体の周縁部に歪みが生ぜず、又、固定砥粒体内の密度が均一になる。また、初期にダイス71の下にスペーサをはさみ、成形圧力より十分小さな圧力で加圧後、スペーサを抜き、さらに成形圧力で加圧する手順により治具で成形してもよい。なお、スペーサを使用しない方法でも成形は可能であるが、成形品の内部応力緩和や密度均一性の目的で使用した方が望ましい。更に、この加圧は上側パンチ74の位置制御で加圧成形するようにしてもよい。所定時間の経過後、望ましくは自然冷却し、ガラス転移点より十分低い温度に徐冷した後に、脱粹し固定砥粒研磨工具73Aを得る。なお、図示するようなストッパ構造を有する治具を用いないで、時間と温度と圧力で制御したプロセスで製造してもよい。

#### 【0061】

固定砥粒研磨工具の成形を行った後に、外形・平面加工を経て製品とする。こ

の固定砥粒研磨工具は十分な強度が得られず、単体では運搬、機械への固定に際して割れるまたは壊れる恐れがあるため台座に固着する。台座への固定（接着、粘着、機械的固定など）は、固定砥粒研磨工具成形中に行うこともできるが、熱膨張係数が相違する場合や材料の劣化が起こりうる場合には、成形後にこれを行うことが好ましい。固定砥粒研磨工具は厚みを有した方が減耗という観点からは望ましいが、使用時に減耗が少ない場合には薄い平板型でもよい。固定砥粒研磨工具を研磨に使用する場合には、水または液体を供給しつつ研磨に使用される場合が多い。このため固定砥粒研磨工具の膨潤の問題があるため、台座と固定砥粒研磨工具の固定に際しては固定砥粒研磨工具を使用時に近いある程度膨潤した状態で固定することが好ましい。即ち、固定砥粒研磨工具内部にも十分に使用時と同じ液体で膨潤した状態となるように液体をしみこませ、固定砥粒研磨工具自体の寸法・形状が安定した状態で台座に接着固定し、その後使用時までその状態を維持することが好ましい。

### 【0062】

図6は、本発明の実施形態に係る主として半導体ウエハを研磨するためのポリッキング装置の各部の配置構成を示す平面図である。このポリッキング装置には、本発明の上述した固定砥粒研磨工具又は研磨用パッドが用いられている。

図6に示すポリッキング装置は多数の半導体ウエハをストックするウエハカセット21を載置するロードアンロードステージ22を4つ備えている。ロードアンロードステージ22は昇降可能な機構を有していても良い。ロードアンロードステージ22上の各ウエハカセット21に到達可能となるように、走行機構23の上に2つのハンドを有した搬送ロボット24が配置されている。

### 【0063】

前記搬送ロボット24における2つのハンドのうち下側のハンドはウエハカセット21より半導体ウエハを受け取るときのみに使用され、上側のハンドはウエハカセット21に半導体ウエハを戻すときのみに使用される。これは、洗浄した後のクリーンなウエハを上側にして、それ以上ウエハを汚さないための配置である。下側のハンドはウエハを真空吸着する吸着型ハンドであり、上側のハンドはウエハの周縁部を保持する落し込み型ハンドである。吸着型ハンドはカセット内

のウエハのすれに関係なく正確に搬送し、落し込み型ハンドは真空吸着のようにごみを集めてこないのでウエハの裏面のクリーン度を保って搬送できる。搬送ロボット24の走行機構3を対称軸に、ウエハカセット21とは反対側に2台の洗浄機25, 26が配置されている。各洗浄機25, 26は搬送ロボット24のハンドが到達可能な位置に配置されている。また2台の洗浄機25, 26の間で、ロボット24が到達可能な位置に、4つの半導体ウエハの載置台27, 28, 29, 30を備えたウエハステーション70が配置されている。前記洗浄機25, 26は、ウエハを高速回転させて乾燥させるスピンドライ機能を有しており、これによりウエハの2段洗浄及び3段洗浄にモジュール交換することなく対応することができる。

#### 【0064】

前記洗浄機25, 26と載置台27, 28, 29, 30が配置されている領域Bと前記ウエハカセット21と搬送ロボット24が配置されている領域Aのクリーン度を分けるために隔壁84が配置され、互いの領域の間で半導体ウエハを搬送するための隔壁の開口部にシャッター31が設けられている。洗浄機25と3つの載置台27, 29, 30に到達可能な位置に2つのハンドを有した搬送ロボット80が配置されており、洗浄機26と3つの載置台28, 29, 30に到達可能な位置に2つのハンドを有した搬送ロボット81が配置されている。

#### 【0065】

前記載置台27は、搬送ロボット24と搬送ロボット80との間で半導体ウエハを互いに受渡すために使用され、半導体ウエハの有無検知用センサ91を具備している。載置台28は、搬送ロボット24と搬送ロボット81との間で半導体ウエハを受渡すために使用され、半導体ウエハの有無検知用センサ92を具備する。載置台29は、搬送ロボット81から搬送ロボット80へ半導体ウエハを搬送するために使用され、半導体ウエハの有無検知用センサ93と半導体ウエハの乾燥防止、もしくは洗浄用のリンスノズル95を具備している。載置台30は、搬送ロボット80から搬送ロボット81へ半導体ウエハを搬送するために使用され、半導体ウエハの有無検知用センサ94と半導体ウエハの乾燥防止、もしくは洗浄用のリンスノズル96を具備している。載置台29及び30は共通の防水カ

バーの中に配置されていて、搬送用のカバー開口部にはシャッター97を設けている。載置台29は載置台30の上にあり、洗浄後のウエハを載置台29に、洗浄前のウエハを載置台30に置くことにより、 rins 水の落下による汚染を防止している。なお、図6においては、センサ91, 92, 93, 94、 rins ノズル95, 96、およびシャッター97は模式的に示したものであって、位置および形状は正確に図示されていない。

#### 【0066】

前記搬送ロボット80および搬送ロボット81の上側のハンドは、一度洗浄された半導体ウエハを洗浄機もしくはウエハステーション70の載置台へ搬送するのに使用され、下側のハンドは1度も洗浄されていない半導体ウエハ、及び研磨される前の半導体ウエハを搬送するのに使用される。下側のハンドで反転機へのウエハの出し入れを行うことにより、反転機上部の壁からの rins 水のしづくにより上側のハンドを汚染することがない。

前記洗浄機25と隣接するように搬送ロボット80のハンドが到達可能な位置に洗浄機82が配置されている。また、洗浄機26と隣接するように搬送ロボット81のハンドが到達可能な位置に洗浄機83が配置されている。

前記洗浄機25, 26, 82, 83とウエハステーション70の載置台27, 28, 29, 30と搬送ロボット80, 81は全て領域Bの中に配置されていて、領域A内の気圧よりも低い気圧に調整されている。前記洗浄機82, 83は、両面洗浄可能な洗浄機である。

#### 【0067】

本ポリッシング装置は、各機器を囲むようにハウジング66を有しており、前記ハウジング66内は隔壁84、隔壁85、隔壁86、隔壁87、および隔壁67により複数の部屋（領域A、領域Bを含む）に区画されている。

隔壁87によって領域Bと区分されたポリッシング室が形成され、ポリッシング室は更に隔壁67によって2つの領域CとDに区分されている。そして、2つの領域C, Dにはそれぞれ2つの研磨テーブルと、1枚の半導体ウエハを保持しつつ半導体ウエハを前記研磨テーブルに対して押し付けながら研磨するための1つのトップリングが配置されている。即ち、領域Cには研磨テーブル54, 56

、領域Dには研磨テーブル55, 57がそれぞれ配置されており、また、領域Cにはトップリング52、領域Dにはトップリング53がそれぞれ配置されている。また領域C内の研磨テーブル54に研磨砥液を供給するための砥液ノズル60と、研磨テーブル54のドレッシングを行うためのドレッサ58とが配置されている。領域D内の研磨テーブル55に研磨砥液を供給するための砥液ノズル61と、研磨テーブル55のドレッシングを行うためのドレッサ59とが配置されている。さらに、領域C内の研磨テーブル56のドレッシングを行うためのドレッサ68と、領域D内の研磨テーブル57のドレッシングを行うためのドレッサ69とが配置されている。なお、研磨テーブル56, 57の替わりに、湿式タイプのウエハ膜厚測定機を設置してもよい。その場合は、研磨直後のウエハの膜厚を測定することができ、ウエハの削り増しや、測定値を利用して次のウエハへの研磨プロセスの制御を行うこともできる。

#### 【0068】

前記トップリング52および53に移送されたウエハは、トップリングの真空吸着機構により吸着され、ウエハは研磨テーブル54または55まで吸着されたまま搬送される。そして、ウエハは研磨テーブル54, 55上に取り付けられた研磨パッド又は固定砥粒研磨工具等からなる研磨面で研磨される。トップリング52及び53がそれぞれに到達可能な位置に、前述した第2の研磨テーブル56と57が配置されている。これにより、ウエハは第1の研磨テーブル54, 55で研磨が終了した後、第2の研磨テーブル56, 57で研磨できるようになっている。しかしながら、半導体ウエハに付けられた膜種によっては、第2の研磨テーブル56, 57で研磨された後、第1の研磨テーブル54, 55で処理されることもある。この場合、第2の研磨テーブルの研磨面が小径であることから、研磨パッドに比べて値段の高い固定砥粒研磨工具を張り付け、粗削りをした後に、大径の第1の研磨テーブルに寿命が固定砥粒研磨工具に比べて短い研磨パッドを貼り付けて仕上げ研磨をすることで、ランニングコストを低減することが可能である。このように、第1の研磨テーブルを研磨パッド、第2の研磨テーブルを固定砥粒研磨工具とすることにより、安価な研磨テーブルを供給できる。というのは、固定砥粒研磨工具の価格は研磨パッドより高く、径にほぼ比例して高くなる

。また、固定砥粒研磨工具より研磨パッドの方が寿命が短いので、仕上げ研磨のように軽荷重で行った方が寿命が延びる。また、径が大きいと接触頻度が分散でき、寿命が延びる。よって、メンテナンス周期が延び、生産性が向上する。

#### 【0069】

図7は、ポリッシング装置の要部を示す図である。このポリッシング装置は、表面に研磨パッドに代わり直径約60cmの固定砥粒研磨工具115を円盤116に貼設した固定砥粒研磨工具117を装着した研磨テーブル56(57)と、研磨中に砥粒を含まない水又は薬液Wを供給する液供給ノズル110とを備えている。ここで固定砥粒研磨工具117は、本発明の例えればABS樹脂又はMBS樹脂からなる熱可塑性樹脂により主として構成されている固定砥粒研磨工具115を金属又はセラミックスの円盤116に接着剤を用いて固着したものである。そして、固定砥粒研磨工具117は、研磨テーブル56(57)にクランプ機構118, 119を用いて簡単、且つ確実に固定されている。ウエハ研磨条件は例えば、「ウエハ面圧：300g/cm<sup>2</sup>、回転数：テーブル/ウエハ=30/3.5min<sup>-1</sup>、液体供給量：200cc/min、液体種類：純水（1wt%以下の界面活性剤含有）」である。また、「ウエハ面圧：500g/cm<sup>2</sup>、回転数：テーブル/ウエハ=25/10min<sup>-1</sup>、液体供給量：200cc/min、液体種類：純水（1wt%以下の界面活性剤含有）」の条件で行ってもよい。

#### 【0070】

その他の研磨対象物104を保持するトップリング101等の構成は、他の研磨テーブル54, 55と同様である。ここで固定砥粒研磨工具115の研磨面上に水等を供給するのは、研磨の際の研磨面の潤滑と研磨によって生じる熱を除去する冷却のためである。一例として、この場合には200ml/min程度の水を供給している。水は不純物を含まない超純水を使用してもよい。尚、水に代えてアルカリ溶液等を用いるようにしてもよい。

#### 【0071】

研磨対象物である半導体ウェハ104は、トップリング101により弾性マット102を介して固定砥粒研磨工具115上に押圧されつつ、駆動軸108によ

り回転駆動される。一方で、固定砥粒研磨工具115を固定した研磨テーブル56(57)も独立に回転駆動され、ここで半導体ウェハ104の被研磨面が固定砥粒研磨工具115の表面と接触し、摺動することにより研磨が進行する。

### 【0072】

次に、固定砥粒研磨工具を貼着した固定砥粒研磨工具を、回転定盤に固定する具体例を示す。

図8は、クランプ方式により固定砥粒研磨工具を定盤に固定することを示す。固定砥粒研磨工具115はアルミ材等からなる金属円盤116に貼着により固定され、固定砥粒研磨工具117を構成している。研磨テーブル56(57)にはクランプ機構118を備え、このクランプ機構118の可動部119が固定砥粒研磨工具117の外周部を固定するようになっている。従って、可動部119を開いた状態にして固定砥粒研磨工具115を貼着した固定砥粒研磨工具117を研磨テーブル56(57)上に載せ、可動部119を閉じることにより、可動部のねじ機構により固定砥粒研磨工具117を研磨テーブル56(57)に固定できる。又、可動部119が閉じた位置から可動部119を開いた位置に回動することにより、固定砥粒研磨工具117を研磨テーブル56(57)から取り外すことができる。

### 【0073】

図9は、固定砥粒研磨工具を定盤に固定する他の固定方法を示す。固定砥粒研磨工具115はアルミ材等からなるつば付きの金属円盤116に貼着により固定され、固定砥粒研磨工具117を構成している。固定砥粒研磨工具117はそのつば部117Aが研磨テーブル56(57)にクランプ132のボルト締結により固定される。即ち、図示するように4個のクランプを用いて、それぞれのクランプ132がボルト133により研磨テーブル56(57)に設けられたネジ孔に対して固定砥粒研磨工具117のつば部117Aを締結することにより固定される。クランプ132は、図示するように比較的幅広の円弧状の構造のものを用い、円弧の両端部の中心に対してなす角度は、44°に設定して、2個のボルトを用いて固定砥粒研磨工具117のつば部117Aを研磨テーブル56(57)の表面に挟み込むことで固定する。従って、固定砥粒研磨工具117の研磨テー

ブル56(57)への脱着は、ボルト133の脱着により容易に行うことができる。尚、このように比較的幅広のクランプを用いるのは、そのクランプにより固定砥粒研磨工具117の外周部を研磨テーブル56(57)に固定するので、固定砥粒研磨工具115の研磨面に押しつけによるたわみが出ないようにするためである。

## 【0074】

又、固定砥粒研磨工具117を構成する金属円盤のつば部117Aの外周部に突起部135が合計4カ所配設されている。そして各突起部135にはネジ孔136が設けられており、吊りボルト又は押しボルト137が締結できるようになっている。吊りボルト137は、固定砥粒研磨工具117の交換等に際して、固定砥粒研磨工具117がかなりの重量を有するため、そのハンドリングを容易にするために設けたものである。又、ネジ孔136は、研磨テーブル56(57)に密着している固定砥粒研磨工具117を剥がすために、押しボルト137を挿入するためのものである。即ち、固定砥粒研磨工具117を密着した研磨テーブル56(57)から剥がすに際して、押しボルト137をネジ孔136に挿入して回転することにより、押しボルト137の先端が回転定盤の表面に当接し、更に回転することにより、固定砥粒研磨工具117を研磨テーブル56(57)から剥がすことができる。尚、研磨テーブル56(57)のネジ孔136に対する位置に溝138が形成されている。溝138は吊りボルト又は押しボルト137の先端を受け入れる役割を果たす。

## 【0075】

尚、この実施例ではクランプ132を4個、突起部135を4個それぞれ配設しているが、押し付け加重等の使用条件を考慮して、クランプをリング状に構成して固定砥粒研磨工具の全周を固定するようにしても良い。又、突起部の数も、固定砥粒研磨工具の重量や定盤との密着力を考慮して適宜配設数を増減しても良い。尚、固定砥粒研磨工具を貼着する金属円盤の材料としては、アルミ材以外にも耐食性を考慮し例えばステンレス材やチタン等を用いても良いし、又樹脂等を用いても良い。

## 【0076】

図10は、研磨砥液（スラリ）を用いたポリッシング装置の構成例を模式的に示す。

この装置は、本発明の例えはA B S樹脂等の熱可塑性樹脂を用いた研磨パッド121を貼付した研磨テーブル54（55）を備えている。研磨対象物である半導体ウエハ104を保持するトップリング101とを備え、トップリング101が半導体ウエハ104を研磨パッド121に押圧しつつ、両者が回転することにより半導体ウエハ104の被研磨面を摺動して研磨するものである。研磨パッド121上にはスラリ供給ライン122から研磨砥粒を多量に含むスラリQが供給される。半導体ウエハ104の被研磨面は、このように研磨砥粒を多量に含むスラリが分散された研磨パッド121に押圧しつつ摺動することで、その被研磨面の研磨が進行する。トップリング101は、ボールベアリング111を介して回転シャフト108に傾動自在に保持され、回転シャフト108の回転に伴い所定速度で回転する。半導体ウエハ104はトップリング周縁部に配置されたガイドリング128内に保持され、弾性膜102を介してトップリング101により研磨パッド121に対して押圧される。ここで、この研磨パッドはA B S樹脂又はM B S樹脂等の熱可塑性樹脂が用いられているので、摺動時の温度上昇によりスクラッチ等を生じないソフトな研磨を行うことができる。また、樹脂成分に含まれる弾性要素を含む樹脂を用いることにより、マクロ的には硬く、ミクロ的には柔らかな高品位の研磨を行うことができる。

#### 【0077】

なお、上記各実施例は、本発明の好ましい実施例の一形態を述べたに過ぎず、本発明の趣旨を逸脱することなく、種々の変形実施例が可能なことは勿論である。

#### 【0078】

##### 【発明の効果】

以上のように本発明によれば、固定砥粒研磨工具または研磨パッドを構成する樹脂に、熱可塑性樹脂、または弾性要素を有する樹脂を用いることにより、良好な平坦性が得られると共に、スクラッチ（キズ）の少ない高品位の研磨を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態の固定砥粒研磨工具の構成例を模式的に示す図であり、(a)は熱可塑性樹脂を用いた場合であり、(b)は弾性体充填材を含む場合である。

【図2】

射出成形の説明に付する図である。

【図3】

本発明の実施形態の研磨パッドの構成例を模式的に示す図である。

【図4】

スプレードライニング法による造粒に好適なスプレードライヤの一例を示す図である。

【図5】

加熱圧縮成形による固定砥粒研磨工具の製造方法の説明に付する図である。

【図6】

ポリッシング装置の全体構成例を示す平面図である。

【図7】

ポリッシング装置の要部を示す、(a)は平面図であり、(b)は断面図である。

【図8】

クランプ方式により固定砥粒研磨工具を定盤に固定する固定方法を示す断面図である。

【図9】

固定砥粒研磨工具を定盤に固定する他の固定方法を示す斜視図である。

【図10】

研磨砥液を用いたポリッシング装置の構成例を模式的に示す断面図である。

【符号の説明】

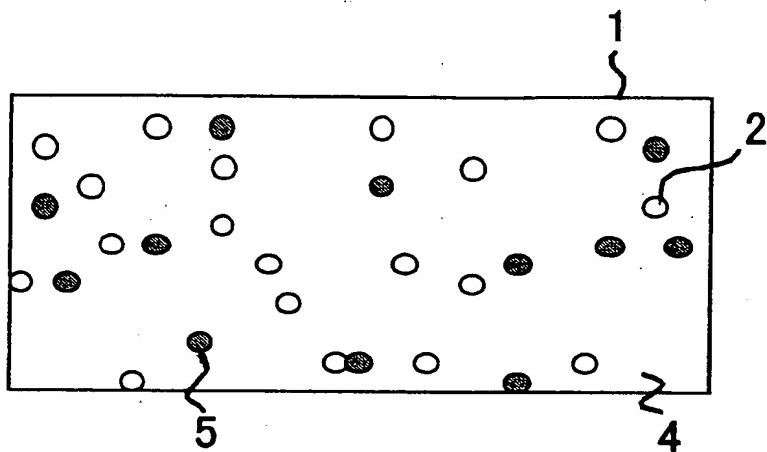
- 1 固定砥粒研磨工具
- 2 気孔または気孔剤

- 3 ゴム系粒子または中空粒子
- 4 バインダ（樹脂）
- 5 磁粒又は磁粒集合体
- 6 ゴム粒子
- 7 A B S樹脂又はM B S樹脂
- 8 弹性要素
- 1 1 射出油圧シリンダ
- 1 2 スクリュー回転用油圧モータ
- 1 3 ヒータ
- 1 4 逆流防止弁
- 1 5 金型
- 1 6 シリンダ
- 1 7 スクリュー

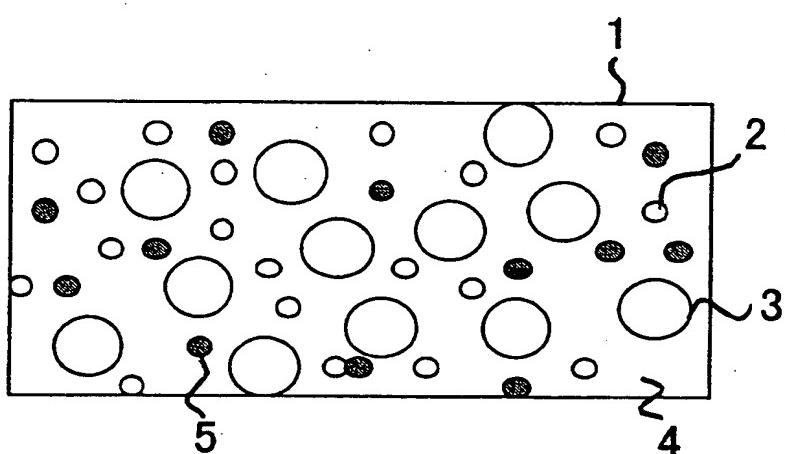
【書類名】 図面

【図1】

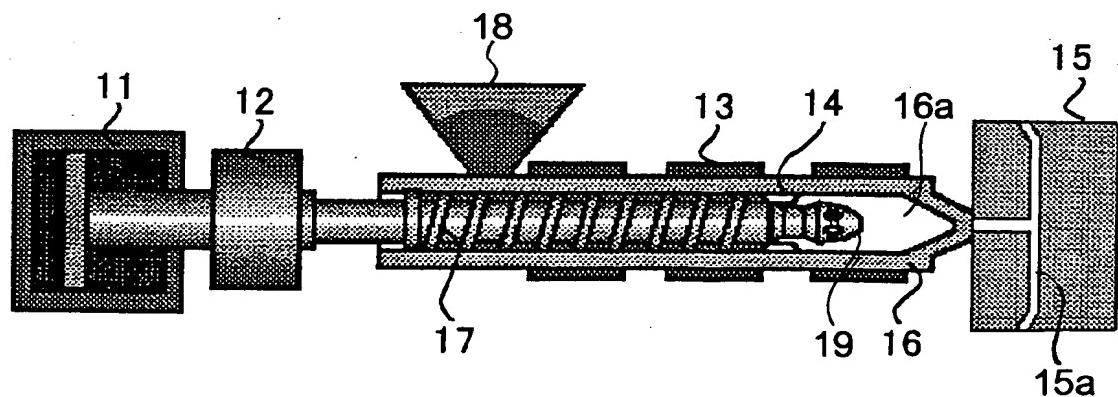
(a)



(b)

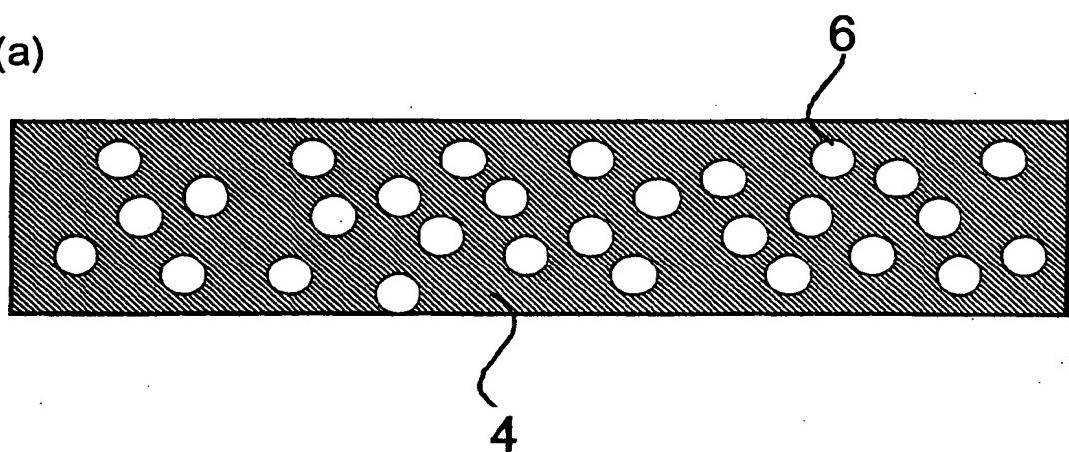


【図2】

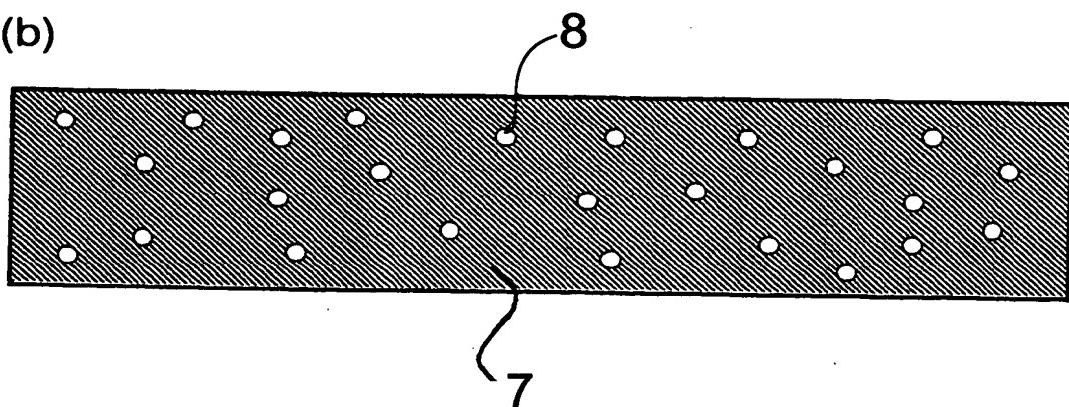


【図3】

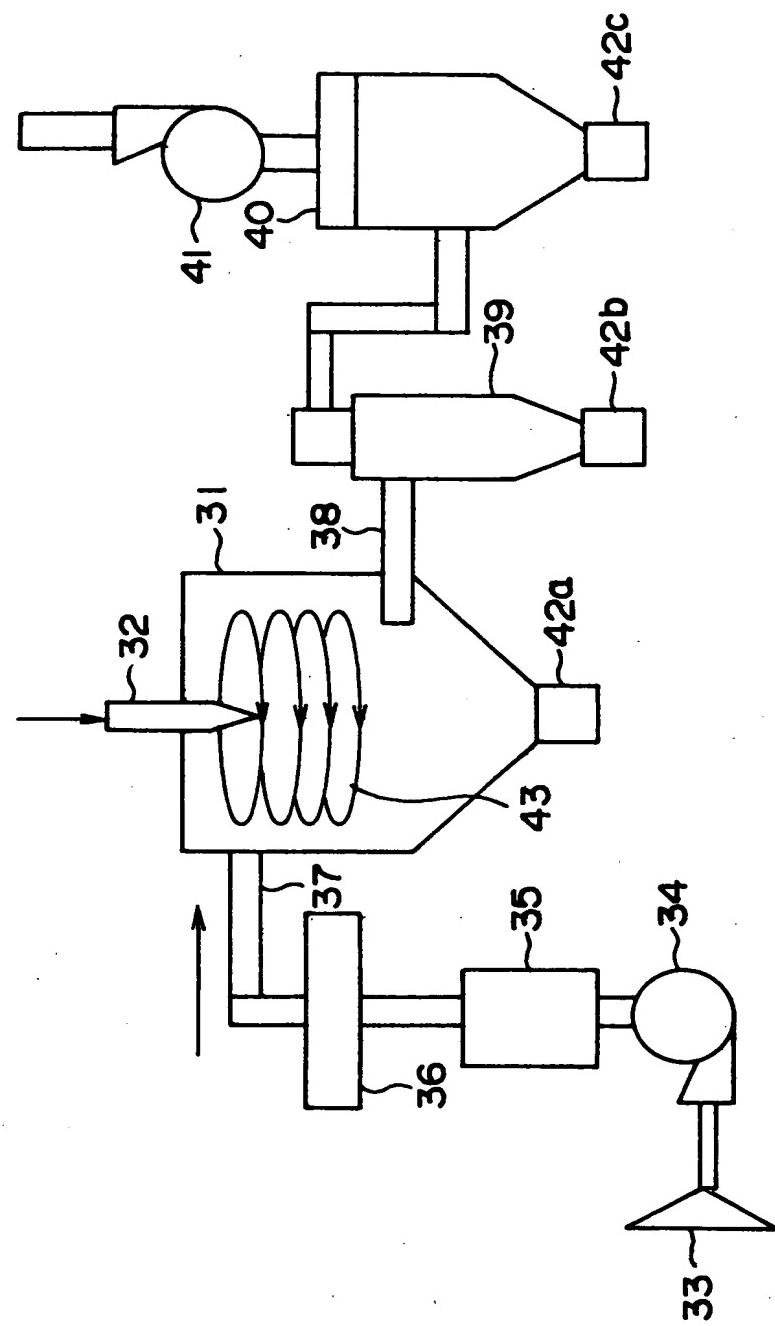
(a)



(b)

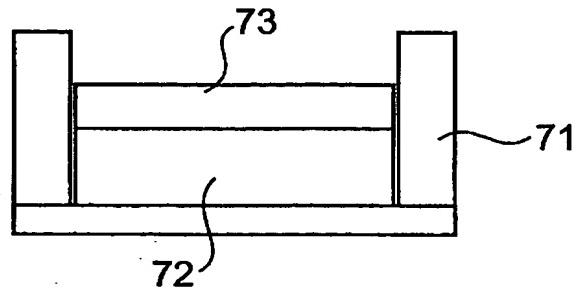


【図4】

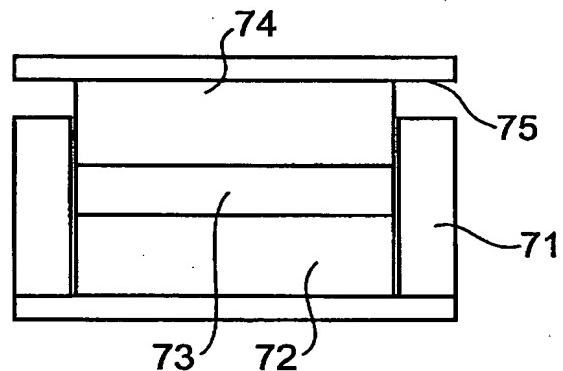


【図5】

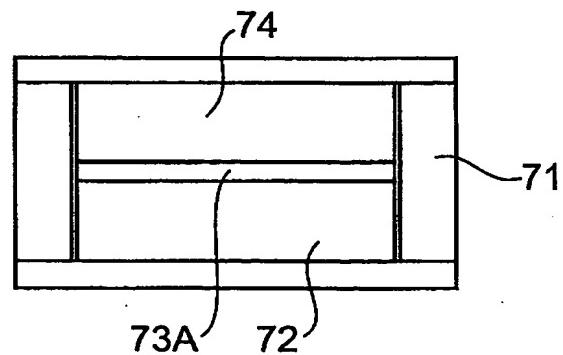
(a)



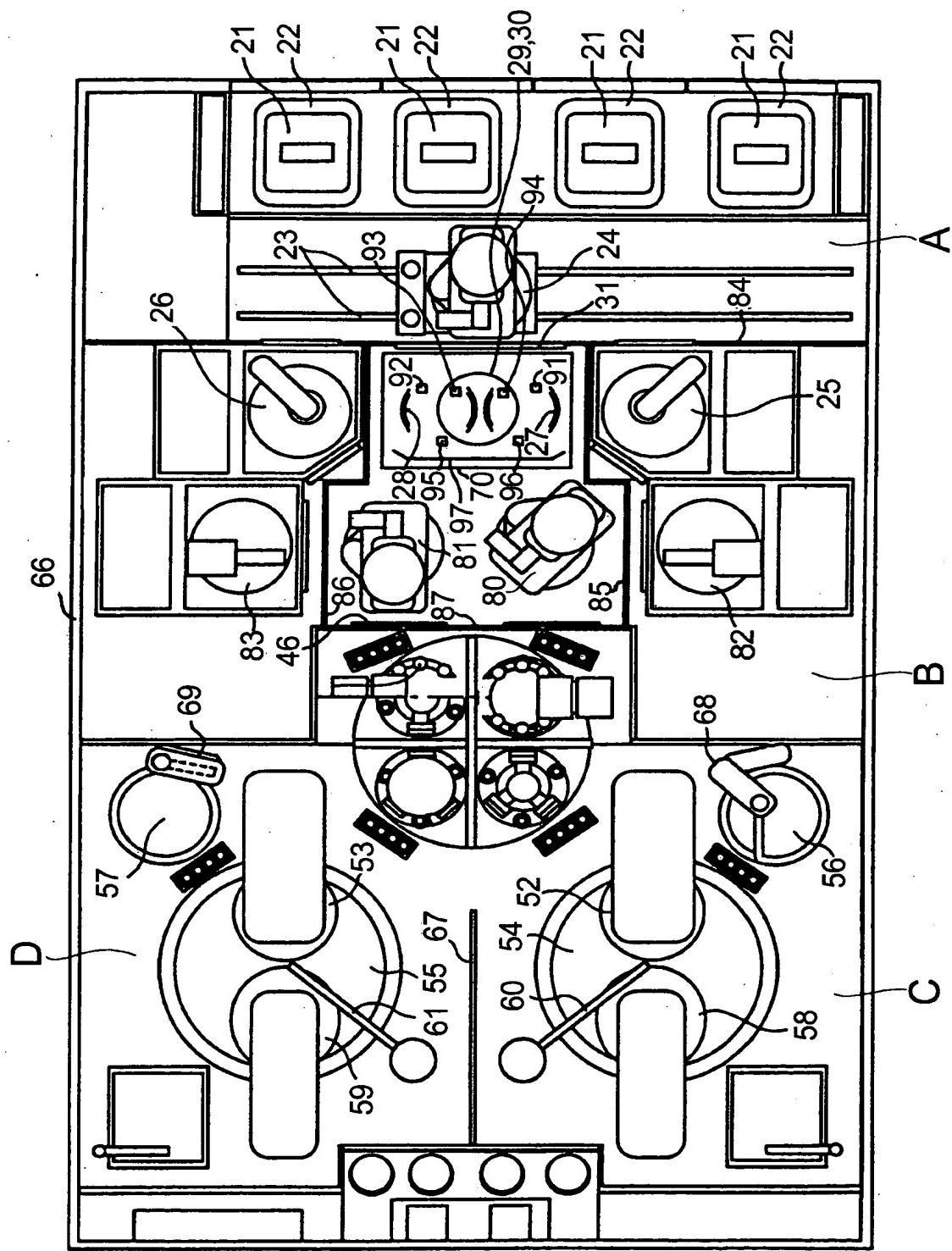
(b)



(c)

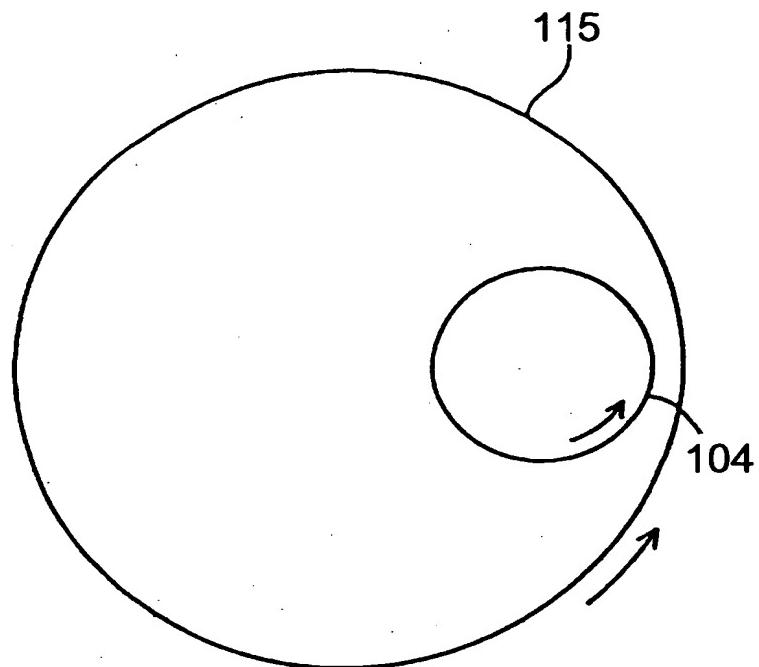


【図6】

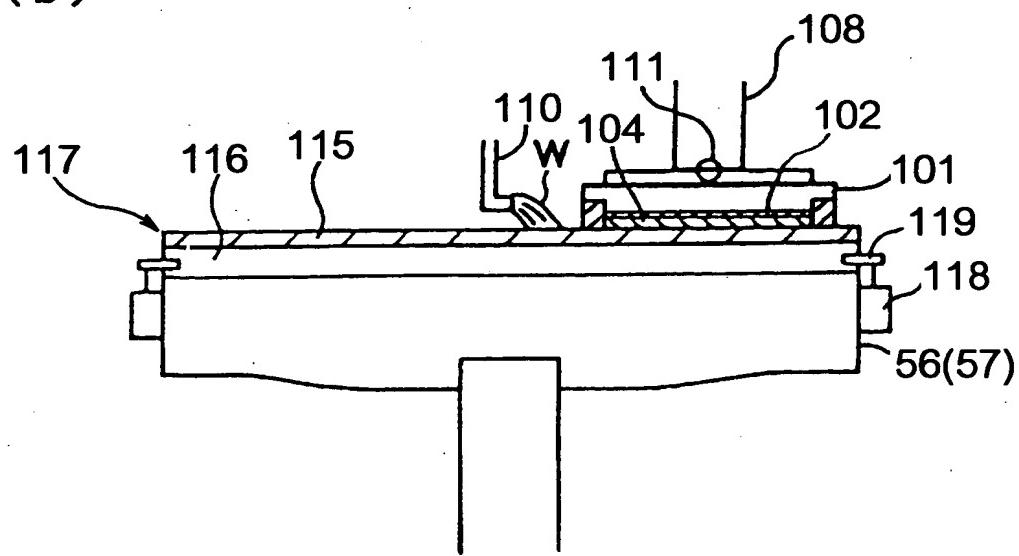


【図7】

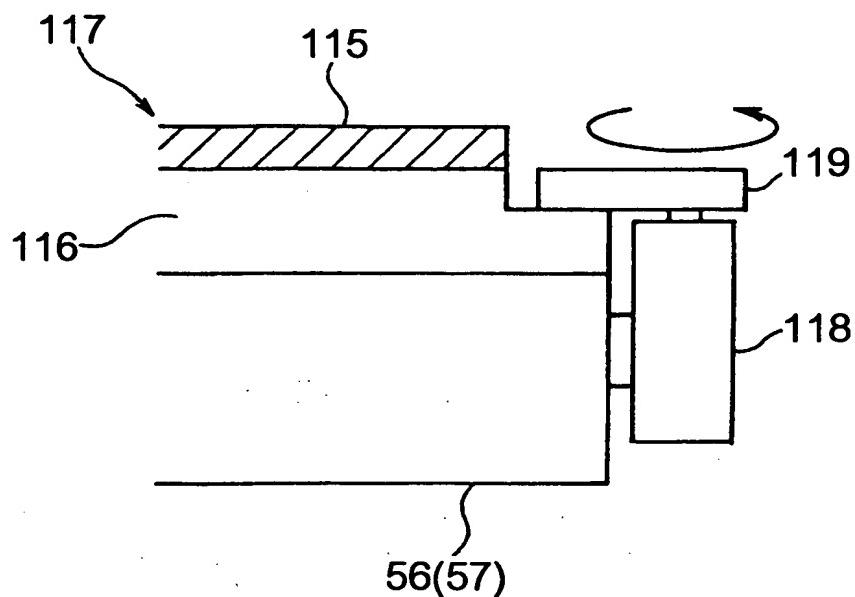
(a)



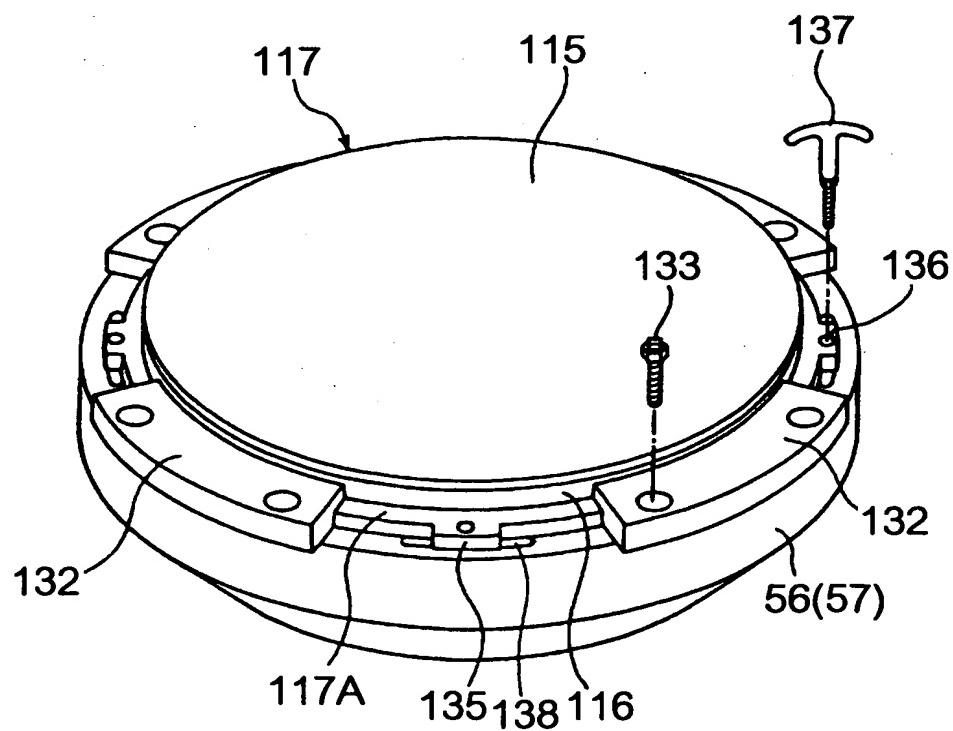
(b)



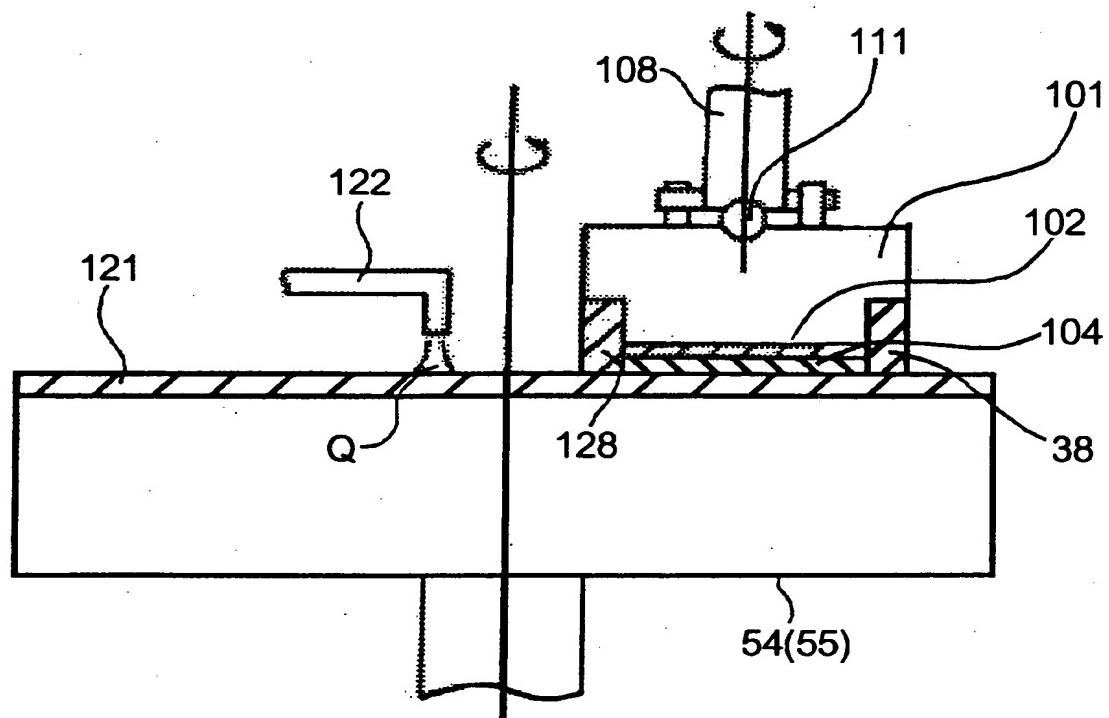
【図8】



【図9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 研磨速度の安定性、良好な段差特性が得られると共に、半導体ウェハの研磨対象物の研磨面に発生する欠陥（スクラッチ）の低減等を各種の研磨対象物に対して良好に發揮できる研磨工具を提供する。

【解決手段】 研磨対象物を押圧しつつ摺動することで、砥粒5を介して研磨を行う研磨工具において、該研磨工具は熱可塑性樹脂4により主として構成されている。

【選択図】 図1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-010830
受付番号	50100066958
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成13年 1月23日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】	000000239
【住所又は居所】	東京都大田区羽田旭町11番1号
【氏名又は名称】	株式会社荏原製作所
【代理人】	申請人
【識別番号】	100091498
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿7-5-8 GOWA西新宿 4階渡辺・堀田特許事務所
【氏名又は名称】	渡邊 勇
【選任した代理人】	
【識別番号】	100092406
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿7-5-8 GOWA西新宿 4階渡辺・堀田特許事務所
【氏名又は名称】	堀田 信太郎

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000000239]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区羽田旭町11番1号

氏 名 株式会社荏原製作所